

ROTEIRO P/ SIMULAÇÃO: TRANSFORMAÇÕES GASOSAS

Prof. Nildo Loiola Dias

1 OBJETIVOS

- Estudar as diferentes transformações gasosas em um gás ideal.
- Determinar o número de moles de um gás.

2 MATERIAL

Link da simulação para a realização dessa prática:

<https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/transformacoes-gasosas>

3 FUNDAMENTOS

VARIÁVEIS DE ESTADO DE UM GÁS

Um gás é constituído de partículas (átomos, moléculas, íons) que estão em contínuo movimento desordenado, por isso ocupa sempre o volume total do recipiente que o contém.

A pressão que um gás exerce sobre uma superfície é o efeito causado pelos choques das partículas que o constituem sobre essa superfície.

A temperatura de um gás está relacionada à energia cinética média de translação das partículas que o constituem. A temperatura absoluta de um gás é diretamente proporcional à energia cinética média das partículas.

As variáveis V (volume), p (pressão) e T (temperatura) de uma determinada quantidade de gás são interdependentes, assim, só faz sentido especificar o estado em que se encontra um gás, indicando, pelo menos duas das três grandezas, já que a terceira é função das outras duas; por essa razão, essas variáveis são denominadas *variáveis de estado*.

GÁS IDEAL

Foi observado experimentalmente que uma quantidade de gás confinada em um dado volume de modo que sua massa específica seja suficientemente pequena, tende a apresentar uma relação simples entre as variáveis de estado V, p e T. Isso é aproximadamente verdadeiro para todos os gases, principalmente para baixas pressões e temperaturas do gás distantes do seu ponto de liquefação.

Para valores suficientemente baixos da massa específica, a experiência mostra que:

- Para uma dada massa de gás, mantida a temperatura constante, a pressão varia inversamente com o volume (**Lei de Boyle-Mariotte**).

- Para uma dada massa de gás, mantida a pressão constante, o volume varia diretamente com a temperatura. (**Lei de Charles e Gay-Lussac**).

As duas leis acima podem ser sintetizadas numa única expressão para uma massa fixa de gás:

$$\frac{pV}{T} = \text{constante} \quad (1)$$

A relação $\frac{pV}{T}$ é constante para um mol de qualquer gás. Denominando a constante por R (constante universal dos gases), e determinando seu valor experimentalmente, encontramos:

$$R = 0,082 \frac{\text{atm.L}}{\text{K.mol}} \quad (2)$$

(o valor numérico da constante R depende das unidades utilizadas)

Para n moles teremos:

$$\frac{pV}{T} = nR \quad (3)$$

Que podemos reescrever como:

$$pV = nRT \quad (4)$$

A equação acima é chamada de equação de Clapeyron.

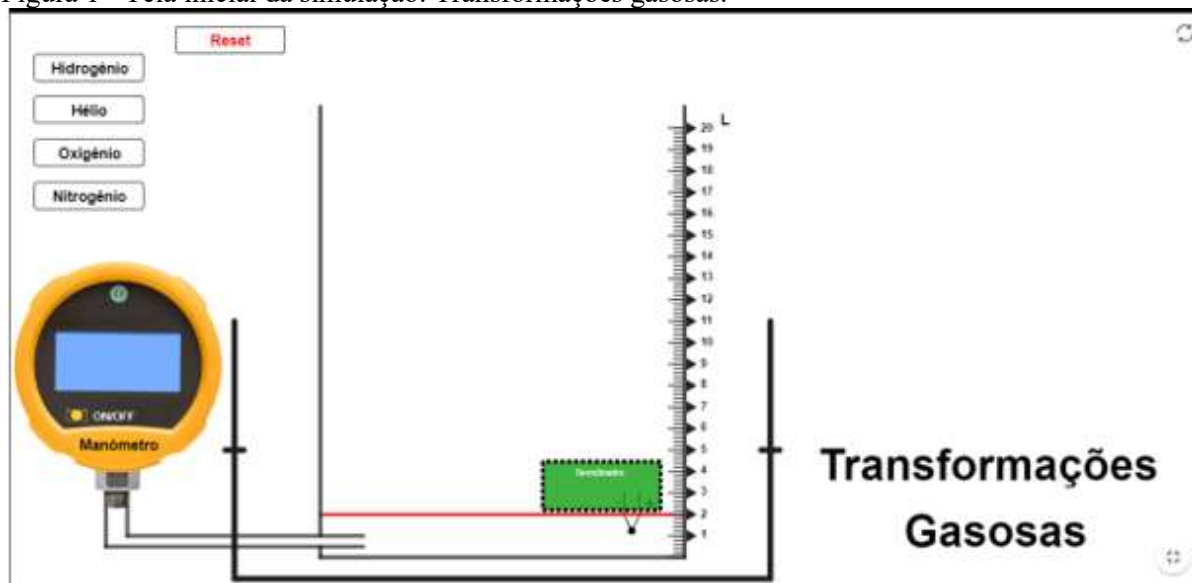
Os resultados experimentais, levaram a idealização de um gás perfeito (chamado de *gás ideal*), que representa uma aproximação excelente ao comportamento dos gases reais, em muitos casos. Então um **gás ideal**, por definição, é aquele que obedece a equação (4) sob quaisquer condições.

4 PROCEDIMENTOS

Para a realização do experimento virtual sobre Transformações Gasosas acesse à simulação: <https://www.laboratoriovirtual.fisica.ufc.br/transformacoes-gasosas>

Na Figura 1 temos a tela inicial da simulação Transformações Gasosas. Esta simulação representa um cilindro que pode ser preenchido parcialmente com um gás (dentre 4 opções) nas CNTP. Cada gás tem uma quantidade fixa de moles. Um termômetro digital mostra a temperatura em °C; um manômetro digital mostra a pressão do gás em atm e o volume do gás, em litros, pode ser lido em uma escala na lateral do cilindro.

Figura 1 - Tela inicial da simulação: Transformações gasosas.



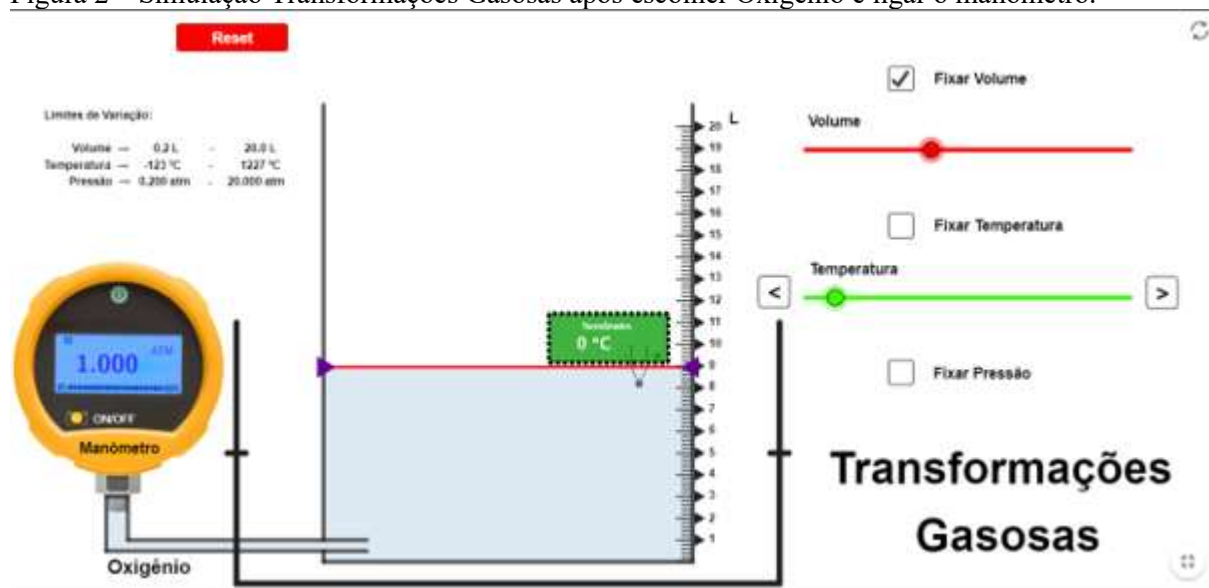
Fonte: o próprio autor.

A simulação permite fixar uma das variáveis (Volume, Temperatura ou Pressão) e variar as demais. Ao fixar o volume, a tampa do cilindro trava, a temperatura pode ser alterada e

consequentemente a pressão se altera. Ao escolher uma temperatura para o gás, o gás vai aquecendo (ou resfriando) “lentamente” até atingir a temperatura escolhida pelo usuário. Ao fixar a temperatura, o volume pode ser alterado e consequentemente a pressão se altera. A alteração do volume (e da pressão) ocorre devido à colocação de um peso sobre a tampa do cilindro. Ao escolher o volume desejado o peso sobre a tampa do cilindro permanece fixo enquanto o gás evolui para o equilíbrio. Ao fixar a pressão, o usuário pode alterar o volume (e consequentemente a temperatura) ou a temperatura (e consequentemente o volume). Na simulação estão indicados os intervalos de variação do volume, da temperatura e da pressão, programados.

Na Figura 2 podemos ver a aparência da simulação após escolher o gás Oxigênio e ligar o manômetro. Neste ponto o usuário pode escolher entre: Fixar Volume (inicialmente marcado), Fixar Temperatura ou Fixar Pressão. Caso queira reiniciar ou escolher outro gás, basta clicar em “Reset”.

Figura 2 – Simulação Transformações Gasosas após escolher Oxigênio e ligar o manômetro.



Fonte: o próprio autor.

Procedimento 1: Transformação Isométrica ou Isovolumétrica.

Uma transformação gasosa é chamada de Isométrica ou Isovolumétrica se o volume é mantido constante.

- 1.1 Escolha o gás oxigênio e ligue o manômetro.
- 1.2 Anote o volume, $V = \underline{\hspace{2cm}}$. Anote na Tabela 1 a pressão em atm e a temperatura em °C.
- 1.3 Mantendo fixo o volume anotado acima, altere a temperatura como indicado na Tabela 1 e anote os valores de pressão.
- 1.4 Calcule a temperatura em K, a razão p/T e anote na Tabela 1.

Tabela 1 – Resultados para a transformação Isovolumétrica (9,0 L de Oxigênio).

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	Pressão (atm)	p/T (atm/K)
0			
-23			
-73			
60			
227			
727			

- 1.5 Ainda utilizando o gás oxigênio, ajuste por qualquer processo, o volume para 15 L. Após ajustar em 15 L, marque: Fixar Volume.
- 1.6 Mantendo fixo o volume em 15 L, altere a temperatura como indicado na Tabela 2 e anote os valores de pressão.
- 1.7 Calcule a temperatura em K, a razão p/T e anote na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultados para a transformação Isovolumétrica (15,0 L de Oxigênio).

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	Pressão (atm)	p/T (atm/K)
0			
-23			
-73			
60			
227			
727			

Procedimento 2: Transformação Isotérmica.

Uma transformação gasosa é chamada de Isotérmica se a temperatura é mantida constante.

- 2.1 Pressione “Reset” e escolha o gás Hélio.
- 2.2 Ligue o manômetro.
- 2.3 Ajuste a temperatura para 200 °C, marque Fixar Temperatura e anote a pressão e o volume na Tabela 3.
- 2.4 Mantendo a temperatura constante em 200 °C, ajuste o volume para os valores indicados na Tabela 3 e anote a pressão. OBS. Ao variar o volume, a simulação faz um ajuste no controle deslizante da temperatura; isso não altera a temperatura.
- 2.5 Calcule o inverso do volume em $1/L$ e o produto pV . Anote na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados para a transformação Isotérmica (gás Hélio).

Volume (L)	Pressão (atm)	$1/V$ (L^{-1})	$p \cdot V$ (atm.L)
5,0			
3,4			
2,5			
2,0			

Procedimento 3: Transformação Isobárica.

Uma transformação gasosa é chamada de Isobárica se a pressão é mantida constante.

- 3.1 Pressione “Reset” e escolha o gás Nitrogênio.
- 3.2 Ligue o manômetro.
- 3.3 Ajuste a temperatura para 200 °C, marque Fixar Pressão e anote a pressão: $p = \underline{\hspace{2cm}}$.
- 3.4 Mantendo a pressão constante, ajuste o volume ou a temperatura de acordo com os valores indicados na Tabela 4 e anote a temperatura ou o volume correspondente.
- 3.5 Calcule a temperatura em K, a razão V/T e o inverso da temperatura em $1/K$ e anote na Tabela 1.

Tabela 4 – Resultados para a transformação Isobárica.

Temperatura (°C)	Temperatura (K)	Volume (L)	V/T (L/K)
		2,0	
235			
		11,0	
907			
		17,0	

Procedimento 4: Determinação do número de moles de um gás.

4.1 Pressione “Reset” e escolha o gás Hidrogênio.

4.2 Ligue o manômetro.

4.3 Ajuste na simulação valores aleatórios das variáveis: pressão, volume e temperatura. Anote na Tabela 5.

4.4 Calcule a temperatura em K e o valor de pV/T . Anote na Tabela 5.

4.5 Calcule o número de moles de Hidrogênio utilizado na simulação e anote na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados para a determinação do número de moles do Hidrogênio.

Volume (L)	Pressão (atm)	Temperatura (°C)	Temperatura (K)	pV/T (atm.L/K)	Número de moles

5 QUESTIONÁRIO

1- Faça o gráfico da pressão (p) em função da temperatura absoluta (T) para os dados das Tabelas 1 e 2. Comente.

2- Faça o gráfico da pressão (p) em função do inverso do volume (V) para os dados da Tabela 3. Comente.

3- Faça o gráfico do volume (V) em função da temperatura absoluta (T) para os dados da Tabela 4. Comente.

4- Determine o número de moles (média dos resultados) da amostra de Hidrogênio considerada na simulação.

5- Utilize um conjunto de dados (p , V e T) do procedimento 1 para determinar o número de moles da amostra de oxigênio considerada na simulação.

6- Determine, teoricamente e “experimentalmente” usando a simulação, o valor do volume da amostra de oxigênio considerada na simulação, quando são usados os valores máximos da temperatura e da pressão permitidos na simulação. Faça uma impressão da tela para mostrar.

7- Os gases da simulação são mostrados inicialmente nas condições normais de temperatura e pressão (CNTP). O que ocorre com o volume de cada gás nas CNTP, se a pressão for duplicada e a temperatura absoluta for quadruplicada?